

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑨⑦ EP 0 713 654 B 1

⑩ DE 695 09 477 T 2

⑤① Int. Cl.⁶
A 23 L 3/015

- ②① Deutsches Aktenzeichen: 695 09 477.7
⑨⑥ Europäisches Aktenzeichen: 95 308 131.2
⑨⑥ Europäischer Anmeldetag: 14. 11. 95
⑨⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 29. 5. 96
⑨⑦ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 6. 5. 99
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 25. 11. 99

- ③⑩ Unionspriorität:
302639/94 14. 11. 94 JP
⑦③ Patentinhaber:
Kagome K.K., Nagoya, Aichi, JP
⑦④ Vertreter:
Hössle & Kudlek, 80331 München
⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
BE, DE, ES, FR, GB, GR, IT, LU, NL, PT

- ⑦② Erfinder:
Sato, Tetsu, Nasu-gun, Tochigi, JP; Inakuma,
Takahiro, Nasu-gun, Tochigi, JP; Ishiguro, Yukio,
Nasu-gun, Tochigi, JP; Komeya, Naoji c/o The
Japan Steel Works Ltd, Tokyo, JP; Shibamoto,
Masami c/o The Japan Steel Works Ltd., Tokyo, JP;
Matsuda, Yukio c/o The Japan Steel Works Ltd,
Tokyo, JP.

S 7 2 Abs. 510 2. Abs.

- ⑤④ Verarbeitung einer Flüssigkeit unter hohem Druck

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 695 09 477 T 2

DE 695 09 477 T 2

695 09 477.7-08

F 20 001 EP-DE

Kagome Kabushiki Kaisha

19.07.1999

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zur Verarbeitung eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials bzw. eines Flüssigkeitsmaterials unter hohem Druck.

Eine herkömmliche Vorrichtung zum fortwährenden Verarbeiten eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials ist z. B. in der offengelegten japanischen Patentveröffentlichung Nr. 4-241869 offenbart. Die offenbarte Vorrichtung besitzt ein Hochdruckgefäß zum Verarbeiten eines darin befindlichen Flüssigkeitsmaterials unter einem hohen Druck, ein Druckbeaufschlagungsmittel zum Einleiten des Flüssigkeitsmaterials in das Hochdruckgefäß und zum Beaufschlagen des Flüssigkeitsmaterials in dem Hochdruckgefäß mit einem Druck und ein Druckabbaumittel zum Ansaugen des verarbeiteten Flüssigkeitsmaterials aus dem Hochdruckgefäß zum Drucklosmachen des Flüssigkeitsmaterials und zum Abgeben des Flüssigkeitsmaterials aus einem System. Die Vorrichtung kann fortwährend das Flüssigkeitsmaterial unter einem vorbestimmten Druck verarbeiten und das verarbeitete Flüssigkeitsmaterial drucklos machen und aus dem System abgeben.

In der herkömmlichen Vorrichtung zur Verarbeitung eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials enthält das Druckabbaumittel ein Paar koaxial angeordneter Druckkammern zur Aufnahme des verarbeiteten Flüssigkeitsmaterials. Das Flüssigkeitsmaterial wird in die Druckkammern angesaugt (Saug-Betriebszustand), in den Druckkammern drucklos gemacht (Druckabbau-Betriebszustand) und durch ein Paar jeweilige Kolben, die synchron zueinander betätigt werden können, aus den Druckkammern abgegeben (Abgabe-Betriebszustand). Die Kolben werden durch eine doppelwirkende Hydraulikzylinderbaugruppe gesteuert, die ein Paar Arbeitsdruckkammern besitzt, denen ein Arbeitsöl aus einer Hydraulik-

einheit zugeführt wird. Das Druckabbaumittel ist verlängert und erfordert einen großen Installationsraum.

Das Volumen einer der Druckkammern des Druckabbaumittels ist eindeutig durch das Volumen seiner anderen Druckkammer bestimmt. Wenn die erste Druckkammer im Saug- und im Druckabbau-Betriebszustand ist, ist die zweite Druckkammer notwendig in dem Abgabe-Betriebszustand. Dementsprechend fehlt dem Druckabbaumittel ein ausreichender Betriebsfreiheitsgrad. Genauer besitzen die Anordnung der Arbeitsdruckkammern, ihre einzelnen Volumina und ihre Drucksteuerung nicht genügend Flexibilität, während der Druck des in dem Saug- und in dem Druckabbau-Betriebszustand abgegebenen Arbeitsöls nicht als eine Energie zum Betätigen der Druckkammern in dem Abgabe-Betriebszustand verwendet werden kann.

Genauer kann den Arbeitsdruckkammern nicht uneingeschränkt das Arbeitsöl aus der Hydraulikeinheit zugeführt werden und kann das Arbeitsöl nicht uneingeschränkt durch Steuern der Absperrventile abgegeben werden. Somit ist es unmöglich, irgendwelche Zeitdauern einzustellen, während der der Saug-Betriebszustand, der Druckabbau-Betriebszustand und der Abgabe-Betriebszustand ausgeführt werden. Obwohl der Abgabe-Betriebszustand während einer bestimmten Zeitdauer fortwährend ausgeführt wird, ist es z. B. nicht möglich, Zeitdauern einzustellen, während der der Saug- und der Druckabbau-Betriebszustand ausgeführt werden.

Außerdem wird das Arbeitsöl aus der Hydraulikeinheit lediglich dazu verwendet, das Flüssigkeitsmaterial zum Reduzieren der Geschwindigkeit des Abgabe-Betriebszustand oder des Saug- und des Druckabbau-Betriebszustand nach der Zufuhr unter einem hohen Druck mit einem Gegendruck zu beaufschlagen. Mit anderen Worten, insofern, als keine Druckbeaufschlagung zum Beaufschlagen mit einem Gegendruck bewirkt wird, die andernfalls den Hochdruck des Flüssigkeitsmaterials vor dem Saug-Betriebszustand im wesentlichen kompensieren würde, wird beim Start des Saug-Betriebszustand ein Druckstoß auf die Rohre und auf die

verschiedenen Ventile ausgeübt, der die Haltbarkeit dieser Bauteile verringert.

US-A-5 165 325, JP-A-6 277 266, JP-A-6 277 267 und US-A-4 347 223 offenbaren Systeme zum Verarbeiten eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials.

Gemäß einem Aspekt schafft die Erfindung eine Vorrichtung zur Verarbeitung eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials bzw. eines Flüssigkeitsmaterials unter hohem Druck, mit:

- einem Hochdruckgefäß;
- Druckbeaufschlagungsmitteln zur Zufuhr eines Flüssigkeitsmaterials zu dem Hochdruckgefäß, so daß das Hochdruckgefäß das Flüssigkeitsmaterial unter einem darin herrschenden hohen Druck verarbeiten kann;
- Druckabbaumitteln zur Aufnahme und zum Drucklosmachen des unter einem hohen Druck von dem Hochdruckgefäß zugeführten, verarbeiteten Flüssigkeitsmaterials;

dadurch gekennzeichnet,

daß die Vorrichtung ferner ein Arbeitsfluidsteuerungssystem zur Steuerung der Druckabbaumittel aufweist;

daß die Druckabbaumittel eine Anzahl von Zylindervorrichtungen aufweisen, welche jeweilige Paare von untereinander verbundenen Kolben aufweisen, welche in den Zylindervorrichtungen jeweilige Verarbeitungsdruckkammern zur wahlweise Aufnahme des Flüssigkeitsmaterials aus dem Hochdruckgefäß, und jeweilige Arbeitsdruckkammern zur wahlweisen Aufnahme eines Arbeitsfluids aus dem Arbeitsfluidsteuerungssystem definieren;

daß das Arbeitsfluidsteuerungssystem Mittel zum Zum-Kommunizieren-Bringen einer der Arbeitsdruckkammern mit wenigstens einer anderen der Arbeitsdruckkammern zum Leiten des Arbeitsfluids zwischen diesen Kammern zum Bewirken, daß die Zylindervorrichtungen sukzessive das Flüssigkeitsmaterial in jeweiligen Saug-, Druckabbau- und Abgabe-Betriebszuständen anziehen bzw. ansaugen, drucklos machen und abgeben;

daß das Arbeitsfluidsteuerungssystem Mittel zur Zufuhr des Arbeitsfluids, welches von der Arbeitsdruckkammer einer der

Zylindervorrichtungen, welche in wenigstens dem Saug-Betriebszustand arbeitet, abgegeben wurde, zu der Arbeitsdruckkammer einer weiteren der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, aufweist; und

daß das Arbeitsfluidsteuerungssystem Mittel zur Zufuhr des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer einer anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Druckabbau-Betriebszustand arbeitet, abgegeben wurde, zusammen mit dem Arbeitsfluid, welches aus der Arbeitsdruckkammer der einen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, abgegeben wurde, zu der Arbeitsdruckkammer der anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, aufweist.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung ein Verfahren zur Verarbeitung eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials bzw. eines Flüssigkeitsmaterials unter hohem Druck, mit folgenden Schritten:

- Zufuhr eines Flüssigkeitsmaterials zu einem Hochdruckgefäß von Druckbeaufschlagungsmitteln;
- Verarbeitung des Flüssigkeitsmaterials unter einem hohen Druck in dem Hochdruckgefäß;
- anschließend Drucklosmachen des Flüssigkeitsmaterials mittels Druckabbaumitteln;

dadurch gekennzeichnet,

daß die Druckabbaumittel eine Anzahl von Zylindervorrichtungen aufweisen, welche jeweilige Paare von miteinander verbundenen Kolben aufweisen, welche in den Zylindervorrichtungen jeweilige Verarbeitungsdruckkammern zur wahlweisen Aufnahme des Flüssigkeitsmaterials von dem Hochdruckgefäß, und jeweilige Arbeitsdruckkammern zur wahlweisen Aufnahme eines Arbeitsfluids definieren; und daß das Verfahren ferner die folgenden Schritte aufweist:

- Zum-Kommunizieren-Bringen einer der Arbeitsdruckkammern mit wenigstens einer anderen der Arbeitsdruckkammern zum Leiten des Arbeitsfluids zwischen diesen Kammern zum Bewirken, daß die Zylindervorrichtungen sukzessive in jeweiligen Saug-, Druckab-

bau- und Abgabe-Betriebszuständen Flüssigkeitsmaterial ansaugen bzw. anziehen, drucklos machen und abgeben;

- Zufuhr des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer einer der Zylindervorrichtungen, welche in wenigstens dem Saug-Betriebszustand arbeitet, abgegeben wurde, zu der Arbeitskammer einer anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet; und

- Zufuhr des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer einer anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Druckabbau-Betriebszustand arbeitet, abgegeben wurde, zusammen mit dem Arbeitsfluid, welches aus der Arbeitsdruckkammer der einen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, abgegeben wurde, zu der Arbeitsdruckkammer der anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet.

Wenigstens in ihren bevorzugten Formen schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verarbeiten eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials, bei dem für den Betrieb der Vorrichtung weniger Energie erforderlich ist, wobei die Vorrichtung zu ihrer Installation weniger Raum benötigt.

Gemäß der Erfindung wird wenigstens ein Teil des von der Arbeitsdruckkammer einer der Zylindervorrichtungen, die im Saug-Betriebszustand arbeitet, und von der Arbeitsdruckkammer der anderen der Zylindervorrichtungen, die im Druckabbau-Betriebszustand arbeitet, abgegebenen Fluids an die Arbeitsdruckkammer einer anderen der Zylindervorrichtungen, die im Abgabe-Betriebszustand arbeitet, geliefert, um sie bei der Ausführung des Abgabe-Betriebszustands zu unterstützen.

Das Arbeitsfluidsteuerungssystem kann das Arbeitsfluid, welches aus der Arbeitsdruckkammer einer der Zylindervorrichtungen, welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, abgegeben wurde, zu der Arbeitsdruckkammer einer anderen der Zylindervorrichtungen, welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, zur Beaufschlagung des Kolbens, welcher die Verarbeitungsdruckkam-

mer der anderen der Zylindervorrichtungen definiert, mit einem Gegendruck zuführen.

Das Beaufschlagen mit dem Gegendruck erfolgt in einem Druckbeaufschlagungs-Betriebszustand vor dem Saug-Betriebszustand, um den Hochdruck des von dem Hochdruckgefäß gelieferten Flüssigkeitsmaterials im wesentlichen zu kompensieren. Wenn eine der Zylindervorrichtungen, die den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, in dem Saug-Betriebszustand damit beginnt, das Flüssigkeitsmaterial anzusaugen, werden somit beim Einströmen des Flüssigkeitsmaterials aus dem Hochdruckgefäß in die Verarbeitungskammer der einen der Zylindervorrichtungen keine Druckstöße auf die Rohre und auf die verschiedenen Rohre ausgeübt. Somit werden diese Bauteile für eine hohe Dauerhaftigkeit gegen eine Beschädigung geschützt und wird verhindert, daß das Flüssigkeitsmaterial übermäßig schnell durch die Absperrventile strömt.

Das Arbeitsfluidsteuerungssystem kann einen Arbeitsfluidtank, der das Arbeitsfluid enthält, eine Pumpe zur Zufuhr des Arbeitsfluids von dem Arbeitsfluidtank wahlweise zu den Arbeitsdruckkammern der Zylindervorrichtungen und Mittel zur Zufuhr des Arbeitsfluids von dem Arbeitsfluidtank zu der Arbeitsdruckkammer einer der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, aufweisen.

Durch Betreiben der Pumpe und durch Öffnen und Schließen der ihr zugeordneten Absperrventile kann das Arbeitsfluid aus dem Arbeitsfluidtank wahlweise zu der Arbeitsdruckkammer von irgendeiner der Zylindervorrichtungen, die in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, zugeführt werden. Die Zylindervorrichtung kann zuverlässig in dem Abgabe-Betriebszustand arbeiten, während die Druckabbaumittel und das Arbeitsfluidsteuerungssystem durch die Pumpe aus dem Arbeitsfluidtank mit dem Arbeitsfluid aufgefüllt werden können. Folglich kann eine geeignete Menge an Arbeitsfluid in dem Arbeitsfluidsteuerungssystem, das das Arbeitsfluid wahlweise zu den Arbeitsdruckkammern der

19.07.99

Zylindervorrichtungen zuführen und aus diesen abgeben kann, behalten werden, um somit zu ermöglichen, daß die Zylindervorrichtungen konstant und zuverlässig in den Saug-, Druckabbau- und Abgabe-Betriebszuständen arbeiten.

Das Druckabbaumittel kann erste, zweite und dritte Zylindervorrichtungen aufweisen, und das Arbeitsfluidsteuerungssystem kann eine erste Rohrleitung zum Drucklosmachen des Arbeitsfluids und seiner Zufuhr von der Arbeitsdruckkammer der ersten Zylindervorrichtung, welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer der zweiten Zylindervorrichtung, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, eine zweite Rohrleitung zum Druckabbau des Arbeitsfluids und seiner Zufuhr von der Arbeitsdruckkammer der dritten Zylindervorrichtung, welche in dem Druckabbau-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer der zweiten Zylindervorrichtung, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, und eine dritte Rohrleitung zur Zufuhr des Arbeitsfluids von der Arbeitsdruckkammer der ersten Zylindervorrichtung, welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer der zweiten Zylindervorrichtung, welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, aufweisen.

Der Druckbeaufschlagungs-Betriebszustand kann unter Verwendung der dritten Rohrleitung vor dem Saug-Betriebszustand ausgeführt werden.

Die obenstehenden und weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung ihrer bevorzugten Ausführungen, die lediglich beispielhaft und mit Bezug auf die beigelegte Zeichnung enthalten sind, worin:

Fig. 1 ein schematischer Stromlaufplan einer Vorrichtung zur Verarbeitung eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials gemäß einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung ist;

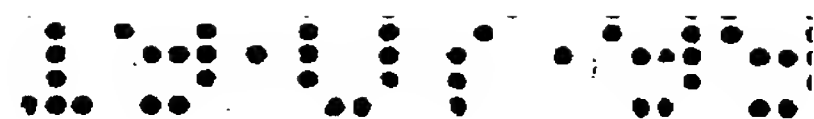


Fig. 2 ein schematischer Stromlaufplan ist, der eine erste Phase des Betriebs eines Mittelabschnitts der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zeigt;

Fig. 3 ein schematischer Stromlaufplan ist, der eine zweite Phase des Betriebs des Mittelabschnitts der Vorrichtung zeigt, die auf die in Fig. 2 gezeigte erste Phase des Betriebs folgt;

Fig. 4 ein schematischer Stromlaufplan ist, der eine dritte Phase des Betriebs des Mittelabschnitts der Vorrichtung zeigt, die auf die in Fig. 3 gezeigte zweite Phase des Betriebs folgt;

Fig. 5 ein schematischer Stromlaufplan ist, der eine vierte Phase des Betriebs des Mittelabschnitts der Vorrichtung zeigt, die auf die in Fig. 4 gezeigte dritte Phase des Betriebs folgt;

Fig. 6 ein schematischer Stromlaufplan einer Modifikation eines Arbeitsfluidsteuerungssystems in dem Mittelabschnitt der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung ist; und

Fig. 7 ein schematischer Stromlaufplan einer weiteren Modifikation des Arbeitsfluidsteuerungssystems in dem Mittelabschnitt der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung ist;

Die Fig. 1 bis 5 zeigen eine Vorrichtung zum Verarbeiten eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials gemäß einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, besitzt die Vorrichtung ein Hochdruckgefäß 1 mit einer darin definierten Druckbeaufschlagungskammer. Das Hochdruckgefäß 1 ist über ein Rohr 50 an einem seiner Enden an ein Druckbeaufschlagungsmittel 2 in Form einer Pumpe angeschlossen. Das Druckbeaufschlagungsmittel 2 besitzt einen doppelwirkenden Zylinder 2a größeren Durchmessers sowie ein Paar Zylinder 2b, 2c kleineren Durchmessers, die an die jeweils gegenüberliegenden Enden des Zylinders 2a größeren Durchmessers angeschlossen sind. In dem Zylinder 2a größeren

19.07.99

Durchmessers ist ein Kolben 2d größeren Durchmessers verschiebbar eingebracht, während in den jeweiligen Zylindern 2b, 2c kleineren Durchmessers ein Paar Kolben 2e, 2f kleineren Durchmessers verschiebbar eingebracht sind. Die Kolben 2d, 2e, 2f sind über eine einzelne Kolbenstange 2g coaxial miteinander verbunden. Der Kolben 2d größeren Durchmessers teilt den Zylinder 2a größeren Durchmessers in zwei Druckkammern 2j, 2k. Die Zylinder 2b, 2c kleineren Durchmessers besitzen jeweilige, in ihren stangenseitigen Abschnitten definierte Entlüftungslöcher 2h, 2i. In den kappenseitigen Abschnitten der Zylinder 2b, 2c kleineren Durchmessers sind jeweilige erste Druckkammern 2m, 2n definiert, die über jeweilige Rückschlagventile 51, 52, die einen Flüssigkeitsstrom von dem Druckbeaufschlagungsmittel 2 zu dem Hochdruckgefäß 1 zulassen, mit dem Rohr 50 verbunden sind.

Ein Flüssigkeitsmaterialtank 4 enthält ein zu verarbeitendes Flüssigkeitsmaterial X wie etwa ein fließfähiges Nahrungsmittelmaterial, ein fließfähiges pharmazeutisches Material oder dergleichen. Wenn eine an den Flüssigkeitsmaterialtank 4 angeschlossene Pumpe 53 arbeitet, strömt das in dem Flüssigkeitsmaterialtank 4 enthaltene Flüssigkeitsmaterial X in ein Rohr 54, während es hierauf in eine der ersten Druckkammern 2m, 2n angesaugt wird. Die ersten Druckkammern 2m, 2n sind über die jeweiligen Rückschlagventile 55, 56, die einen Flüssigkeitsstrom von dem Flüssigkeitsmaterialtank 4 zu dem Druckbeaufschlagungsmittel 2 ermöglichen, mit dem Flüssigkeitsmaterialtank 4 verbunden. Um einen Maximaldruck in dem Rohr 54 zu begrenzen, ist an das Rohr 54 ein Überdruckventil 57 angeschlossen.

Wenn das Arbeitsöl unter Hochdruck von einer Betätigungshydraulikeinheit 3 zu einer der zweiten Druckkammern 2j, 2k zugeführt wird, während das Arbeitsöl aus einer der zweiten Druckkammern 2j, 2k abgegeben wird, wird das Flüssigkeitsmaterial X aus dem Flüssigkeitsmaterialtank 4 über das entsprechende eine der Absperrventile 55, 56 zu einer der ersten Druckkammern 2m, 2n zugeführt. Wenn hierauf das Arbeitsöl unter Hochdruck von der

19.07.99

Betätigungshydraulikeinheit 3 zu der anderen der zweiten Druckkammern 2j, 2k zugeführt wird, wird das Flüssigkeitsmaterial X aus einer der ersten Druckkammern 2m, 2n über das entsprechende eine der Rückschlagventile 51, 52 und über das Rohr 50 in die Druckbeaufschlagungskammer in dem Hochdruckgefäß 1 abgegeben. Das Hochdruckgefäß 1 verarbeitet in der Druckbeaufschlagungskammer das zugeführte Flüssigkeitsmaterial X unter einem hohen Druck. Dem Hochdruckgefäß 1 können in zeitlicher Beziehung zu den Saug-Betriebszuständen der jeweiligen (unten beschrieben) Druckabbauvorrichtungen A, B, C sukzessive Mengen von Flüssigkeitsmaterial X zugeführt werden.

Das andere Ende des Hochdruckgefäßes 1 ist über ein Rohr 58 mit einem Druckabbaumittel 10 verbunden, das drei unabhängig betreibbare, parallel zueinander angeschlossene Druckabbauvorrichtungen A, B, C umfaßt. Die Druckabbauvorrichtungen A, B, C umfassen jeweilige Druckverstärker, die jeweils die Form einer Zylinderbaugruppe mit einem Zylinder 21 größeren Durchmessers und mit einem Zylinder 22 kleineren Durchmessers, der an ein Ende des Zylinders 21 größeren Durchmessers angeschlossen ist, haben. Die Druckabbauvorrichtungen A, B, C besitzen jeweilige Kolben 23 größeren Durchmessers, die verschiebbar in die jeweiligen Zylinder 21 größeren Durchmessers eingebracht sind, und jeweilige Kolben 24 kleineren Durchmessers, die verschiebbar in die jeweiligen Zylinder 22 kleineren Durchmessers eingebracht sind. Die Kolben 23 größeren Durchmessers und die Kolben 24 kleineren Durchmessers sind über jeweilige Kolbenstangen 25 koaxial miteinander verbunden. Die Kolben 23 größeren Durchmessers definieren in den kappenseitigen Abschnitten der jeweiligen Zylinder 21 größeren Durchmessers jeweilige dritte Druckkammern A1, B1, C1, wobei die dritten Druckkammern A1, B1, C1 als Arbeitsdruckkammern dienen. Die Kolben 24 kleineren Durchmessers definieren in den kappenseitigen Abschnitten der jeweiligen Zylinder 22 mit den kleineren Durchmessern jeweilige vierte Druckkammern A2, B2, C2, wobei die vierten Druckkammern A2, B2, C2 als Druckkammern für die Verarbeitung des Flüssigkeitsmaterials X dienen. In den stabseitigen Abschnitten der

Zylinder 22 mit den kleineren Durchmessern sind jeweilige Entlüftungslöcher 22a definiert.

Die Zylinder 21 größeren Durchmessers besitzen jeweilige Abgabepositions-Grenzschalter SA, um zu erfassen, wann die Kolben 23 größeren Durchmessers eine vorbestimmte fortgeschrittene Position, d. h. eine linke Endposition in Fig. 1, erreicht haben, jeweilige Saugpositions-Grenzschalter SC, um zu erfassen, wann die Kolben 23 größeren Durchmessers eine vorbestimmte zurückgezogene Position, d. h. eine rechte in Fig. 1, erreicht haben, und jeweilige Druckabbaupositions-Grenzschalter SD, um zu erfassen, wann die Kolben 23 größeren Durchmessers eine am meisten zurückgezogene Position, d. h. eine rechte Endposition in Fig. 1, erreicht haben. Auf die Druckabbaupositions-Grenzschalter SD kann verzichtet werden, wobei die Drucksensoren zum Erfassen des Abschlusses eines Druckabbau-Betriebszustands zum Drucklosmachen des Flüssigkeitsmaterials X auf der Grundlage eines erfaßten Drucks an Rohre angeschlossen werden können, die mit den Zylindern 21 größeren Durchmessers verbunden sind.

In der von den Kolben 23 größeren Durchmessers erreichten fortgeschrittenen Position ist ein Abgabe-Betriebszustand zur Abgabe des Flüssigkeitsmaterials X angeschlossen, wobei die Kolben 23 größeren Durchmessers fortgeschritten sind und in den Zylindern 21 größeren Durchmessers einen mit Druck beaufschlagbaren Raum zurücklassen. In der von den Kolben 23 größeren Durchmessers erreichten zurückgezogenen Position wurde das in die jeweiligen vierten Druckkammern A2, B2, C2 angesaugte, unter einem hohen Druck komprimierte Flüssigkeitsmaterial X im wesentlichen bis auf den Luftdruck drucklos gemacht und voluminmäßig ausgedehnt, was ermöglicht, daß die Kolben 23 größeren Durchmessers in Fig. 1 weiter nach rechts zurückgezogen werden können. Genauer werden die Saugpositions-Grenzschalter SC eingeschaltet, wenn die Kolben 23 größeren Durchmessers in einem Saug-Betriebszustand zum Ansaugen des Flüssigkeitsmaterials X um etwa 80 bis 90 % ihrer zurückziehbaren Strecke zurückgezogen wurden. Die Druckabbauvorrichtungen A, B, C schließen

den Saug-Betriebszustand ab, wenn das in die jeweiligen vierten Druckkammern A2, B2, C2 angesaugte, unter einem hohen Druck komprimierte Flüssigkeitsmaterial X im wesentlichen bis auf den Luftdruck drucklos gemacht wurde, so daß sich das Flüssigkeitsmaterial X volumenmäßig ausdehnen kann. Die Druckabbaupositions-Grenzscharter SD erfassen die jeweiligen Kolben 23 größeren Durchmessers, wenn das Flüssigkeitsmaterial X im wesentlichen bis auf den Luftdruck drucklos gemacht wurde. Jeder der Grenzscharter SA, SC, SD kann einen analogen Positionssensor umfassen.

Das an das andere Ende des Hochdruckgefäßes 1 angeschlossene Rohr 58 verzweigt in drei Verzweigungsrohre 58a, 58b, 58c, die über die jeweiligen Absperrventile 11a, 11b, 11c an die jeweiligen vierten Druckkammern A2, B2, C2 der Druckabbau-Vorrichtungen A, B, C angeschlossen sind. Die Rohre 27a, 27b, 27c sind von den jeweiligen Verzweigungsrohren 58a, 58b, 58c bei Positionen zwischen den Absperrventilen 11a, 11b, 11c und den vierten Druckkammern A2, B2, C2 von den jeweiligen Verzweigungsvorrichtungen 58a, 58b, 58c verzweigt und über die jeweiligen Absperrventile 12a, 12b, 12c an ein einzelnes Rohr 27 angeschlossen, das an einem Produkttank 6 zur Aufnahme eines Produkts angeschlossen ist. Die Absperrventile 11a, 11b, 11c und die Absperrventile 12a, 12b, 12c werden automatisch gesteuert, um über einen (nicht gezeigten) Controller wahlweise geöffnet und geschlossen zu werden. Unter der Steuerung des Controllers werden die Absperrventile 11a, 11b, 11c und die Absperrventile 12a, 12b, 12c wahlweise geöffnet und geschlossen, um das einzelne Hochdruckgefäß 1 wahlweise mit den vierten Druckkammern A2, B2, C2 zu verbinden und um außerdem den Produkttank 6 wahlweise mit den vierten Druckkammern A2, B2, C2 zu verbinden.

Die dritten Druckkammern A1, B2, C1 der jeweiligen Druckabbauvorrichtungen A, B, C sind an ein Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 angeschlossen, das irgendeine der dritten Druckkammern A1, B1, C1 in Kommunikation mit einer oder mit zweien der drei

anderen Druckkammern bringen kann, um ein Arbeitsfluid, typischerweise ein Arbeitsöl unter einem relativ niedrigem Druck, einzuleiten. Das Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 dient der Freigabe der Druckabbauvorrichtungen A, B, C zum sukzessiven Ausführen der Saug-, Druckabbau- und Abgabe-Betriebszustände zum Ansaugen, Drucklosmachen und Abgeben des Flüssigkeitsmaterials X. Das Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 umfaßt mehrere Absperrventile 41a, 41b, 41c, 42a, 42b, 42c, 43a, 43b, 43c, einen variablen Begrenzer 44, ein Drucksteuerungsventil PV und ein Überdruckventil 45, die wie in Fig. 1 gezeigt angeschlossen sind. Das Drucksteuerungsventil PV umfaßt ein Druckreduzierventil, dessen Druckeinstellung auf der Grundlage eines von einer Druckübertragungseinheit PT erfaßten stromaufseitigen Drucks durch einen Druckcontroller PC gesteuert werden kann. An das Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 sind über ein Überdruckventil 46 und über ein Drucksteuerungsventil 47 eine Pumpe 30 und ein Arbeitsfluidtank 9 angeschlossen. Wenn das Arbeitsfluid ausläuft, wird die Pumpe 30 betätigt, um ein Arbeitsfluid von dem Arbeitsfluidtank 9 zu den dritten Druckkammern A1, B1, C1 zu ergänzen.

Das Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 besitzt eine erste Rohrleitung zur Zufuhr des Arbeitsfluids von einer der dritten Druckkammern A1, B1, C1 der jeweiligen Druckabbauvorrichtungen A, B, C, die den Saug-Betriebszustand zum Ansaugen des Flüssigkeitsmaterials X ausführt, zu einer anderen der dritten Druckkammern B1, C1, A1 der jeweiligen Druckabbauvorrichtungen B, C, A, die den Abgabe-Betriebszustand zur Abgabe des Flüssigkeitsmaterials X ausführt, nachdem das Arbeitsfluid durch das Drucksteuerungsventil PV drucklos gemacht wurde, eine zweite Rohrleitung zur Zufuhr des Arbeitsfluids von einer der dritten Druckkammern C1, A1, B1 der jeweiligen Druckabbauvorrichtungen C, A, B, die den Druckabbau-Betriebszustand zum Drucklosmachen des Flüssigkeitsmaterials X ausführt, in eine andere der dritten Druckkammern B1, C1, A1 der jeweiligen Druckabbauvorrichtungen B, C, A, die den Abgabe-Betriebszustand zur Abgabe des Flüssigkeitsmaterials X ausführt, nachdem das Arbeitsfluid durch den Begrenzer 44

drucklos gemacht wurde, und eine dritte Rohrleitung zur Zufuhr des Arbeitsfluids von einer der dritten Druckkammern A1, B1, C1 der jeweiligen Druckabbauvorrichtungen A, B, C, die den Saug-Betriebszustand zum Ansaugen des Flüssigkeitsmaterials X ohne Durchgang durch das Drucksteuerungsventil PV und durch den Begrenzer 44, direkt zu einer anderen der dritten Druckkammern B1, C1, A1 der jeweiligen Druckabbauvorrichtungen B, C, A, die den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, ausführt.

Genauer werden, um irgendeine der dritten Druckkammern A1, B1, C1 mit den zwei anderen der dritten Druckkammern A1, B1, C1 zu verbinden, z. B. die in Fig. 1 abgesperrt gezeigten Absperrventile 42a, 41b, 43c geöffnet, um das Arbeitsfluid von der dritten Druckkammer A1 über das Absperrventil 42a, über das Drucksteuerungsventil PV und über das Absperrventil 41b zu der dritten Druckkammer B1 zuzuführen und um außerdem das Arbeitsfluid von der dritten Druckkammer C1 über das Absperrventil 43c, über den Begrenzer 44 und über das Absperrventil 41b zu der dritten Druckkammer B1 zuzuführen. In diesem Fall wird das Flüssigkeitsmaterial X in die vierte Druckkammer A2 angesaugt, wird das Flüssigkeitsmaterial X von der vierten Druckkammer B2 in den Produkttank 6 abgegeben und wird das Flüssigkeitsmaterial X in der vierten Druckkammer C2 drucklos gemacht. Zum Beispiel werden die Absperrventile 42a, 42b, die in Fig. 4 abgesperrt sind, geöffnet, um das Arbeitsfluid von der dritten Druckkammer A1 direkt zu der dritten Druckkammer B1, die den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, zuzuführen. In diesem Fall wird das Flüssigkeitsmaterial X in der vierten Druckkammer B2 mit Druck beaufschlagt.

Im Fall eines anomalen Druckaufbaus des Arbeitsfluids in den dritten Druckkammern A1, B1, C1 der Druckabbauvorrichtungen A, B, C in dem Saug-Betriebszustand wird das Arbeitsfluid über das Überdruckventil 45 in den Arbeitsfluidtank 9 entleert. Im Fall eines anomalen Druckaufbaus des von der Pumpe 30 über das Drucksteuerungsventil 47 an die dritten Druckkammern A1, B1, C1 zugeführten Arbeitsfluids wird das Arbeitsfluid über das Über-

19.07.99

druckventil 46 in den Arbeitsfluidtank 9 entleert. Wenn die Pumpe 30 betätigt wird, kann das Arbeitsfluid von dem Arbeitsfluidtank 9 über das Drucksteuerungsventil 47 in das Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 ergänzt werden. Genauer wird das Arbeitsfluid durch Öffnen der Absperrventile 41a, 41b, 41c in dem Abgabe-Betriebszustand in die dritten Druckkammern B1, C1, A1 der Druckabbauvorrichtungen B, C, A ergänzt. Zu diesem Zweck können die Zylinder 21 größeren Durchmessers jeweilige Zwischenpositions-Grenzschalter SB besitzen, um zu erfassen, wann die Kolben 23 größeren Durchmessers in den Zylindern 21 größeren Durchmessers in einer Zwischenposition sind.

Wie oben beschrieben wurde, umfassen die Druckabbauvorrichtungen A, B, C jeweilige Druckverstärker mit den durch die Kolben 23 größeren Durchmessers in den Zylindern 21 größeren Durchmessers definierten dritten Druckkammern A1, B1, C1 und mit den durch die Kolben 24 kleineren Durchmessers in den Zylindern 22 kleineren Durchmessers definierten vierten Druckkammern A2, B2, C2. Diese Anordnung ermöglicht, daß das Arbeitsfluid, typischerweise ein Arbeitsöl unter einem relativ niedrigen Druck, das Flüssigkeitsmaterial X verarbeitet, das unter einem Druck steht, der das Mehrfache bis mehrmals Zehnfache des Drucks des Arbeitsfluids beträgt.

Unten wird der Betrieb der Vorrichtung zur Verarbeitung eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials gemäß der ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Es wird angenommen, daß die Druckabbauvorrichtungen A, B, C anfangs in einer in Fig. 2 gezeigten ersten Betriebsphase sind. Genauer startet die vierte Druckkammer A2 der Druckabbauvorrichtung A den Saug-Betriebszustand, während die vierte Druckkammer B2 der Druckabbauvorrichtung B, nachdem sie mit dem Flüssigkeitsmaterial X aufgefüllt wurde und dieses drucklos gemacht hat, den Abgabe-Betriebszustand ausführt. Nachdem die vierte Druckkammer C2 der Druckabbauvorrichtung C mit dem Flüssigkeitsmaterial X aufgefüllt wurde, startet sie den Druck-

19.07.99

abbau-Betriebszustand. Der Saug-Betriebszustand ist ein Betriebszustand zum Ansaugen des in dem Hochdruckgefäß 1 mit einem bestimmten Druck beaufschlagten Flüssigkeitsmaterials X in die vierten Druckkammern A2, B2, C2. Der Abgabe-Betriebszustand ist ein Betriebszustand zur Abgabe des im wesentlichen bis auf den Luftdruck drucklos gemachten Flüssigkeitsmaterials X von den vierten Druckkammern B2, C2, A2 in den Produkttank 6. Der Druckabbau-Betriebszustand ist ein Betriebszustand zum im wesentlichen bis auf den Luftdruck Drucklosmachen des unter Druck in die vierten Druckkammern C2, A2, B2 angesaugten Flüssigkeitsmaterials X. Das Druckbeaufschlagungsmittel 2 (siehe Fig. 1) führt das Flüssigkeitsmaterial X in zeitlicher Beziehung zu den durch die Druckabbauvorrichtungen A, B, C ausgeführten Saug-Betriebszuständen in sukzessiven Mengen dem Hochdruckgefäß 1 zu.

Genauer werden die in Fig. 2 abgesperrt gezeigten Absperrventile 11a, 12b, 42a, 41b, 43c geöffnet. Die Druckabbauvorrichtung A beginnt während des Zurückziehens der Kolben 23, 24, d. h. während des Nach-rechts-Verschiebens der Kolben in Fig. 2, in dem Saug-Betriebszustand mit dem Empfang des Flüssigkeitsmaterials X aus dem Hochdruckgefäß 1 über das Absperrventil 11a in die vierte Druckkammer A2. Zu dieser Zeit strömt das Arbeitsfluid in der dritten Druckkammer A1 über das Absperrventil 42a und über das Drucksteuerungsventil PV, wie durch den Pfeil I in Fig. 2 gezeigt ist, wobei das Arbeitsfluid während dieser Zeit drucklos gemacht wird, während das Arbeitsfluid hierauf über das Absperrventil 41b der dritten Druckkammer B1 der Druckabbauvorrichtung B, die in dem Abgabe-Betriebszustand ist, zugeführt wird. Die Kolben 23, 24 der Druckabbauvorrichtung B werden vorgerückt, d. h. in Fig. 2 nach rechts verschoben, um somit das Flüssigkeitsmaterial X, das im wesentlichen bis auf den Luftdruck drucklos gemacht wurde, von der vierten Druckkammer B2 über das Absperrventil 12b in den Produkttank 6 abzugeben. Jene Absperrventile, die in Fig. 2 voll gezeigt sind, sind geschlossen.

19.07.99

In der Druckabbauvorrichtung C, die in dem Druckabbau-Betriebszustand ist, wird das Flüssigkeitsmaterial X in der vierten Druckkammer C2 volumenmäßig ausgedehnt und drucklos gemacht, wobei die Kolben 23, 24 nach rechts zurückgezogen oder verschoben werden, um somit das Volumen der dritten Druckkammer C1 zu verringern. Während die dritte Druckkammer C1 kontrahiert wird, strömt das Arbeitsfluid von der dritten Druckkammer C1 über das Absperrventil 43c, über den Begrenzer 44 und über das Absperrventil 41b, wie durch den Pfeil II gezeigt ist, in die dritte Druckkammer B1 der Druckabbauvorrichtung B, die in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet. Auf diese Weise wird durch die Druckabbauvorrichtung B der Abgabe-Betriebszustand ausgeführt, während ihr von der dritten Druckkammer A1 der Druckabbauvorrichtung A und von der dritten Druckkammer C1 der Druckabbauvorrichtung C das Arbeitsfluid zugeführt wird.

Fig. 3 zeigt eine zweite Betriebsphase, die auf die in Fig. 2 gezeigte erste Betriebsphase folgt. In der in Fig. 3 gezeigten zweiten Betriebsphase werden der Abgabe-Betriebszustand der Druckabbauvorrichtung B und der Druckabbau-Betriebszustand der Druckabbauvorrichtung C abgeschlossen. Zu dieser Zeit wird der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung B von dem Abgabepositions-Grenzscharter SA erfaßt, während der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung C von dem Druckabbauositions-Grenzscharter SD erfaßt wird. Auf der Grundlage der Signale von diesen Grenzschartern SA, SD werden die Absperrventile 12b, 41b, 43c geschlossen, während die Absperrventile 12c, 41c geöffnet werden, wodurch die Druckabbauvorrichtung C in den Abgabe-Betriebszustand geschaltet wird. Die Druckabbauvorrichtung A führt fortwährend den Saug-Betriebszustand aus, wobei sie das Arbeitsfluid aus ihrer dritten Druckkammer A1 über das Absperrventil 42a und über das Drucksteuerungsventil PV, wie durch den Pfeil III in Fig. 2 gezeigt ist, zwingt, wobei während dieser Zeitdauer das Arbeitsfluid drucklos gemacht wird und das Arbeitsfluid hierauf über das Absperrventil 41c der dritten Druckkammer C1 der Druckabbauvorrichtung C, die nun im Abgabe-Betriebszustand ist, zugeführt

19.07.99

wird. Das Flüssigkeitsmaterial X in der vierten Druckkammer C2, die in dem Druckabbau-Betriebszustand drucklos gemacht wurde, beginnt, von der vierten Kammer C2 über das Absperrventil 12c in den Produkttank 6 entladen zu werden. Falls der Druckabbau-Betriebszustand der Druckabbauvorrichtung C vor dem Abschluß des Abgabe-Betriebszustands der Druckabbauvorrichtung B abgeschlossen ist, wird der Abschluß des Druckabbau-Betriebszustands von dem Druckabbaupositions-Grenzschalter SD erfaßt, der hierauf das Absperrventil 43c schließt.

Fig. 4 zeigt eine dritte Betriebsphase, die auf die in Fig. 3 gezeigte zweite Betriebsphase folgt. In der in Fig. 4 gezeigten dritten Betriebsphase wird das Absperrventil 42b geöffnet, um das von der dritten Druckkammer A1 über die Absperrventile 42a, 42b abgegebene Arbeitsfluid, wie durch den Pfeil IV gezeigt ist, in die dritte Druckkammer B1 einzuleiten, wobei das Arbeitsfluid unter im wesentlichen dem gleichen Druck gehalten wird. Das somit der dritten Druckkammer B1 zugeführte Arbeitsfluid beaufschlagt die dritte Druckkammer B1 und ebenfalls die vierte Druckkammer B2 mit einem Druck, wobei es die Kolben 23, 24 der Druckabbauvorrichtung B mit einem Gegendruck beaufschlagt, um die Druckabbauvorrichtung B für den Saug-Betriebszustand, d. h. zum Betreiben der Druckabbauvorrichtung B in einem Druckabbau-Betriebszustand, in Bereitschaft zu versetzen. Da der in diesem Druckbeaufschlagungs-Betriebszustand beaufschlagte Gegendruck durch das von der dritten Druckkammer A1 abgegebene und der dritten Druckkammer B1 direkt, ohne Durchgang durch das Drucksteuerungsventil PV, zugeführte Arbeitsfluid erzeugt wird, kompensiert der Gegendruck im wesentlichen den hohen Druck des Flüssigkeitsmaterials X aus dem Hochdruckgefäß 1. Das Ende des Druckbeaufschlagungs-Betriebszustands kann durch Drucksensoren erfaßt werden, die an die an die Zylinder 21 größeren Durchmessers angeschlossenen Rohre angeschlossen sind, wenn die Drucksensoren darin einen vorbestimmten Druckaufbau erfassen.

19.07.99

Bei der Erfassung des Kolbens 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung A durch den Saugpositions-Grenzscharter SC tritt die Vorrichtung in eine in Fig. 5 gezeigte vierte Betriebsphase ein, die auf die in Fig. 4 gezeigte dritte Betriebsphase folgt. In der in Fig. 5 gezeigten vierten Betriebsphase sind die Absperrventile 11a, 42a geschlossen, während das Absperrventil 11b geöffnet ist. Die Druckabbauvorrichtung A schließt den Saug-Betriebszustand ab, während die Druckabbauvorrichtung B den Saug-Betriebszustand mit dem geöffneten Absperrventil 42b beginnt und die Druckabbauvorrichtung C den Abgabe-Betriebszustand fortführt. Da die Kolben 23, 24 der Druckabbauvorrichtung B in dem Druckbeaufschlagungs-Betriebszustand vor dem Saug-Betriebszustand mit dem Gegendruck, der im wesentlichen den Hochdruck des Flüssigkeitsmaterials X aus dem Hochdruckgefäß 1 kompensiert, beaufschlagt wurden, sind die Kolben 23, 24, wenn das Absperrventil 11b geöffnet wird, um den Saug-Betriebszustand der Druckabbauvorrichtung B zu beginnen, im wesentlichen frei von irgendwelchen nennenswerten Differenzdrücken über sie. Folglich wird verhindert, daß der Ventilsitz des Absperrventils 11b beschädigt wird. Wenn das Hochdruck-Flüssigkeitsmaterial X hierauf aus dem Hochdruckgefäß 1 in die vierte Druckkammer B2 strömt, werden das Drucksteuerungsventil PV, die Absperrventile 42a, 42c und die zugeordneten Rohre mit keinem übermäßigen Druckstoß beaufschlagt, wobei somit die Haltbarkeit dieser Bauteile nicht verringert wird. Wie durch den Pfeil V in Fig. 5 gezeigt ist, wird das aus der dritten Druckkammer B1 ausströmende Arbeitsfluid über das Absperrventil 42b, über das Drucksteuerungsventil PV und über das Drucksteuerungsventil 41c der dritten Druckkammer C1 zugeführt.

Nun beginnt die Druckabbauvorrichtung B mit ihrer vierten Druckkammer B2 den Saug-Betriebszustand, während die Druckabbauvorrichtung C mit ihrer vierten Druckkammer C2 den Abgabe-Betriebszustand ausführt und die Druckabbauvorrichtung A, da das Flüssigkeitsmaterial X angesaugt und in die vierte Druckkammer A2 gefüllt wurde, den Druckabbau-Betriebszustand beginnt. Danach wird durch die Druckabbauvorrichtung B, die in

19.07.99

der gleichen Weise wie die obenbeschriebene Druckabbauvorrichtung A arbeitet, durch die Druckabbauvorrichtung C, die in der gleichen Weise wie die obenbeschriebene Druckabbauvorrichtung B arbeitet, und durch Druckabbauvorrichtung A, die in der gleichen Weise wie die obenbeschriebene Druckabbauvorrichtung C arbeitet, im wesentlichen die gleiche Operation, wie sie oben beschrieben wurde, wiederholt. Wenn die obenstehende Operation dreimal wiederholt wurde, ist ein Arbeitstakt abgeschlossen. Die verschiedenen Betriebszustände werden einfach durch das Arbeitsfluid ausgeführt, das sich zwischen den dritten Druckkammern A1, B1, C1 der Druckabbauvorrichtungen A, B, C bewegt, wobei effektiv der Druck des Flüssigkeitsmaterials X, das in dem Saug- und in dem Druckabbau-Betriebszustand als Kraft zum Betätigen der Druckabbauvorrichtungen A, B, C wirkt, verwendet wird.

Falls das Arbeitsfluid aus dem Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 oder aus den dritten Druckkammern A1, B1, C1 in einer geringen Menge ausläuft und somit mengenmäßig reduziert wird, wird die Pumpe 30 betätigt, um das Arbeitsfluid von dem Arbeitsfluidtank 9 über das Drucksteuerungsventil 47 in das Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 zu ergänzen. Ein Auslaufen des Arbeitsfluids wird erkannt, wenn der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung B in der in Fig. 2 gezeigten ersten Betriebsphase unerfaßt von dem Zwischenpositions-Grenzscharter SB vorbeiläuft. Selbst wenn die Arbeitsflüssigkeit ausläuft, bewegen sich nur die Kolben 23 größeren Durchmessers nach rechts, so daß ein Auslaufen kein Problem darstellt, wenn der Druckabbau-Betriebszustand keinen Fehler erleidet. Somit kann das Arbeitsfluid als Ausgleich für ein Auslaufen zu geeigneten Zeitpunkten, jedoch nicht in häufigen Abständen, ergänzt werden.

Wenn in der obenstehenden Ausführung die vierte Druckkammer A2 der Druckabbauvorrichtung A den Saug-Betriebszustand beginnt und die vierte Druckkammer C2 der Druckabbauvorrichtung C den Druckabbau-Betriebszustand beginnt, hat die Druckabbauvorrich-

19.07.99

tung B bereits den Abgabe-Betriebszustand ausgeführt. Die Zeitdauer, die die Druckabbauvorrichtung C zum Bewirken des Druckabbau-Betriebszustands benötigt, kann durch Einstellen der Geschwindigkeit, mit der der Abgabe-Betriebszustand voranschreitet, eingestellt, d. h. erhöht oder verringert, werden. Für den Druckabbau-Betriebszustand kann eine längste Zeitdauer dafür angegeben werden, wann der Saug-Betriebszustand, der Abgabe-Betriebszustand und der Druckabbau-Betriebszustand gleichzeitig gestartet werden, wobei die längste für den Druckabbau-Betriebszustand erforderliche Zeitdauer die gleiche Zeitdauer ist, wie die, die für den Abgabe-Betriebszustand benötigt wird. Die längste für den Druckabbau-Betriebszustand erforderliche Zeitdauer wird vorzugsweise in Abhängigkeit von der Art des Flüssigkeitsmaterials X als eine geeignete und ausreichende Zeitdauer, um ein langsames Ausführen des Druckabbau-Betriebszustands zu ermöglichen, um ein gewünschtes Niveau der Betriebswirksamkeit für den Saug-Betriebszustand, für den Abgabe-Betriebszustand und für den Druckabbau-Betriebszustand zu erhalten und um außerdem das Flüssigkeitsmaterial X unter einem hohen Druck während der Steuerung der Änderungen der Eigenschaften und des Geschmacks des Flüssigkeitsmaterials X wirksam zu sterilisieren, bestimmt. Die für den Druckabbau-Betriebszustand erforderliche Zeitdauer wird durch Einstellen des variablen Begrenzers 44 zum Verändern der Durchflußgeschwindigkeit durch ihn eingestellt. Die für den Abgabe-Betriebszustand erforderliche Zeitdauer kann durch synchrones Ausführen des Druckabbau-Betriebszustands mit dem Saug-Betriebszustand oder durch Ausführen des Druckabbau-Betriebszustands nach dem Abschluß des Saug-Betriebszustands eingestellt werden.

Fig. 6 zeigt eine Modifikation des an die dritten Druckkammern A1, B1, C1 der Druckabbauvorrichtung A, B, C angeschlossenen Arbeitsfluidsteuerungssystems 7. Jene in Fig. 6 gezeigten Teile, die völlig gleich zu den in den Fig. 1 bis 5 gezeigten Teilen sind, sind durch völlig gleiche Bezugszeichen bezeichnet. Die Überdruckventile 45, 46 als Sicherheitsventile sind

19.07.99

jedoch aus der Darstellung weggelassen. Wie in Fig. 6 gezeigt ist, ist zwischen dem Arbeitsfluidtank 9 und einer Niederdruckseite des Arbeitsfluidsteuerungssystems 7, d. h. einer Seite des Arbeitsfluidsteuerungssystems 7 mit einem geringeren Druck als dem des Drucksteuerungsventils PV, ein Drucksteuerungsventil 47a angeschlossen. Das Drucksteuerungsventil 47a kann in dem Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 einen geringeren Druck aufrechterhalten. In der in Fig. 6 gezeigten Modifikation sind jeweils an die dritten Druckkammern A1, B1, C1 variable Begrenzer 44a, 44b, 44c in Reihe mit den Absperrventilen 43a, 43b, 43c angeschlossen. Um in der Zeit, in der das Flüssigkeitsmaterial X von den vierten Druckkammern A2, B2, C2 abgegeben wird, irgendeine stoßinduzierte Bewegung der Kolben 23, 24 zu minimieren, besitzt das Rohr 27 ein Druckreduzierventil 34, um das Flüssigkeitsmaterial X in den vierten Druckkammern A2, B2, C2 mit einem leichten Druck zu beaufschlagen.

Das in Fig. 6 gezeigte Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 besitzt eine erste Rohrleitung zum Zuführen des Arbeitsfluids von der dritten Druckkammer A1 (B1, C1) der Druckabbauvorrichtung A (B, C), die den Saug-Betriebszustand zum Ansaugen des Flüssigkeitsmaterials X ausführt, zu der dritten Druckkammer B1 (C1, A1) der Druckabbauvorrichtung B (C, A), die den Abgabe-Betriebszustand zur Abgabe des Flüssigkeitsmaterials X ausführt, nachdem das Arbeitsfluid durch das Drucksteuerungsventil PV drucklos gemacht wurde, eine zweite Rohrleitung zum Zuführen des Arbeitsfluids von der dritten Druckkammer C1 (A1, B1) der Druckabbauvorrichtung C (A, B), die den Druckabbau-Betriebszustand zum Drucklosmachen des Flüssigkeitsmaterials X ausführt, zu der dritten Druckkammer B1 (C1, A1) der Druckabbauvorrichtung B (C, A), die den Abgabe-Betriebszustand zum Abgeben des Flüssigkeitsmaterials X ausführt, nachdem das Arbeitsfluid durch den Begrenzer 44c (44a, 44b) drucklos gemacht wurde, und eine dritte Rohrleitung zum Zuführen des Arbeitsfluids von der dritten Druckkammer A1 (B1, C1) der Druckabbauvorrichtung A (B, C), die den Saug-Betriebszustand zum Ansaugen des Flüssigkeitsmaterials X ohne Durchleiten durch das Drucksteuerungsventil PV

19.07.99

und durch den Begrenzer 44a (44b, 44c) direkt, wie durch den Pfeil X gezeigt ist, in die dritte Druckkammer B1 (C1, A1) der Druckabbauvorrichtung B (C, A), die den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, ausführt. Das Arbeitsfluid in der dritten Druckkammer A1 (B1, C1) der Druckabbauvorrichtung A (B, C), die den Saug-Betriebszustand ausführt, kann über das Drucksteuerungsventil 47a in den Arbeitsfluidtank 9 zurückgezogen werden.

Genauer führt die erste Rohrleitung, nachdem das Arbeitsfluid durch das Absperrventil 42a (42b, 42c) und durch das Drucksteuerungsventil PV drucklos gemacht wurde, das Arbeitsfluid von der dritten Druckkammer A1 (B1, C1) der Druckabbauvorrichtung A (B, C), die den Saug-Betriebszustand ausführt, über das Absperrventil 41b (41c, 41a) der dritten Druckkammer B1 (C1, A1) der Druckabbauvorrichtung B (C, A), die den Abgabe-Betriebszustand ausführt, zu. Genauer führt die zweite Rohrleitung, nachdem das Arbeitsfluid durch den Begrenzer 44c (44a, 44b) und durch das Absperrventil 43c (43a, 43b) drucklos gemacht wurde, das Arbeitsfluid von der dritten Druckkammer C1 (A1, B1) der Druckabbauvorrichtung C (A, B), die den Druckabbau-Betriebszustand ausführt, über das Absperrventil 41b (41c, 41a) der dritten Druckkammer B1 (C1, A1) der Druckabbauvorrichtung B (C, A), die den Entladungsmodus ausführt, zu. Genauer führt die dritte Rohrleitung das Arbeitsfluid von der dritten Druckkammer A1 (B1, C1) der Druckabbauvorrichtung A (B, C), die den Saug-Betriebszustand ausführt, ohne Durchleiten durch das Drucksteuerungsventil PV und durch den Begrenzer 44a (44b, 44c), über das Absperrventil 42b (42c, 42a) direkt der dritten Druckkammer B1 (C1, A1) der Druckabbauvorrichtung B (C, A), die den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, zu.

Fig. 7 zeigt eine weitere Modifikation des an die dritten Druckkammern A1, B1, C1 der Druckabbauvorrichtungen A, B, C angeschlossenen Arbeitsfluidsteuerungssystems 7. Jene in Fig. 7 gezeigten Teile, die zu den in den Fig. 1 bis 5 gezeigten Teilen völlig gleich sind, sind durch völlig gleiche Bezugszeichen bezeichnet. Wie in Fig. 7 gezeigt ist, kann das Arbeits-

19.07.99

fluid in dem Arbeitsfluidtank 9 beim Betätigen einer Pumpe 32 über ein Strömungssteuerungsventil FV1 und über die Absperrventile 41a, 41b, 41c unter einem gegebenen Druck den dritten Druckkammern A1, B1, C1 zugeführt werden. Wenn die Pumpe 32 betätigt wird, führt das Strömungssteuerungsventil FV1 das Arbeitsfluid mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit unter einem relativ geringen Sekundärdruck (stromabseitigen Druck) über die Absperrventile 41a, 41b, 41c den dritten Druckkammern A1, B1, C1 zu, so daß das Flüssigkeitsmaterial X von den vierten Druckkammern A2, B2, C2 abgegeben werden kann.

In dem Abgabe-Betriebszustand irgendeiner der Druckabbauvorrichtungen A, B, C steuert ein Drucksteuerungsventil PV1, das von dem Arbeitsfluidtank 9 über die Pumpe 32 zum Strömen durch das Strömungssteuerungsventil FV1 unter einem konstanten Druck zugeführte Arbeitsfluid und gibt das Arbeitsfluid, falls der Druck des Arbeitsfluids einen bestimmten Druckpegel übersteigt, an den Arbeitsfluidtank 9 zurück.

Wenn die vierten Druckkammern A2, B2, C2 das Flüssigkeitsmaterial X in dem Saug-Betriebszustand ansaugen, macht das Drucksteuerungsventil PV das von den dritten Druckkammern A1, B1, C1 über die Absperrventile 42a, 42b, 42c abgegebene Arbeitsfluid drucklos und gibt das drucklos gemachte Arbeitsfluid über das Drucksteuerungsventil PV1 an den Arbeitsfluidtank 9 zurück.

Wenn die vierten Druckkammern A2, B2, C2 das Flüssigkeitsmaterial X in dem Druckabbau-Betriebszustand drucklos machen, verleiht der Begrenzer 44 dem aus den dritten Druckkammern A1, B1, C1 ausströmenden Arbeitsfluid einen geeigneten Widerstand. Das Arbeitsfluid, das durch den Begrenzer 44 durchgeströmt ist, kehrt über das Drucksteuerungsventil PV1 zu dem Arbeitsfluidtank 9 zurück.

Die Zwischenpositions-Grenzscharter SB dienen zur Erfassung, wann die Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtungen A, B, C die Zwischenposition in den Zylindern 21 grösse-

19.07.99

ren Durchmessers erreicht haben. Die Zwischenpositions-Grenzschalter SB sind in der Weise angebracht, daß z. B. der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung A von dem entsprechenden Zwischenpositions-Grenzschalter SB erfaßt wird, wenn der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung C in der am stärksten zurückgezogenen Position ist, wodurch der entsprechende Druckabbau-Positionsschalter SD (oder der an das an den Zylinder 21 größeren Durchmessers angeschlossene Rohr angeschlossene Drucksensor) eingeschaltet wird, während er außerdem erfaßt wird, wenn der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung B den Abgabepositions-Grenzschalter SA anschaltet. Der Druckcontroller PC steuert die Druckeinstellung für das Drucksteuerungsventil PV1 auf der Grundlage des erfaßten Drucks, während ein Strömungscontroller FC auf der Grundlage der erfaßten Strömungsgeschwindigkeit die Strömungsgeschwindigkeitseinstellung für das Strömungssteuerungsventil FV1 steuert.

Wenn das Flüssigkeitsmaterial X durch die Druckabbauvorrichtung A in dem Saug-Betriebszustand angesaugt wird, kehrt das Arbeitsfluid, wie durch den Pfeil VI in Fig. 7 gezeigt ist, von der dritten Druckkammer A1 über das Absperrventil 42a, über das Drucksteuerungsventil PV und über das Drucksteuerungsventil PV1 in den Arbeitsfluidtank 9 zurück. Wenn das Arbeitsfluid X durch die Druckabbauvorrichtung C in dem Druckabbau-Betriebszustand drucklos gemacht wird, kehrt das Arbeitsfluid, wie durch den Pfeil VIII in Fig. 7 gezeigt ist, von der dritten Druckkammer C1 über das Absperrventil 43c, über den Begrenzer 44 und über das Drucksteuerungsventil PV1 in den Arbeitsfluidtank 9 zurück. Zu dieser Zeit bleiben die Absperrventile 41a, 41b, 41c, 42b, 42c, 43a, 43b geschlossen. Der dritten Druckkammer B1 der Druckabbauvorrichtung B, die den Druckabbau-Betriebszustand bewirkt, wird über das Strömungssteuerungsventil FV1 und über das Absperrventil 41b beim Betätigen der Pumpe 32 das Arbeitsfluid von dem Arbeitsfluidtank 9 zugeführt.

Das in Fig. 7 gezeigte modifizierte Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 unterscheidet sich gegenüber dem in Fig. 3 gezeigten Arbeitsfluidsteuerungssystem 7 in bezug auf die in Fig. 3 gezeigte Betriebsphase dahingehend, daß die dritten Druckkammern A1, B1, C1 und die vierten Druckkammern A2, B2, C2 der Druckabbauvorrichtungen A, B, C in dem in Fig. 3 gezeigten Betriebszustand gegenüber den in den Fig. 2 und 7 gezeigten Betriebszuständen verschoben sind. Genauer werden die Absperrventile 12b, 41b, wenn von dem entsprechenden Abgabepositions-Grenzschalter SA der Abschluß des Abgabe-Betriebszustands der Druckabbauvorrichtung B erfaßt wird, geschlossen, während der Abgabe-Betriebszustand der Druckabbauvorrichtung C jedoch nicht gestartet wird. Beim Abschluß des Druckabbau-Betriebszustands der Druckabbauvorrichtung C wird das Absperrventil 43c geschlossen, um die dritte Druckkammer C1 davon so zu belassen, wie sie ist.

Danach kehrt das von der dritten Druckkammer A1 abgegebene Arbeitsfluid, wie durch den Pfeil VI in Fig. 7 gezeigt ist, über das Absperrventil 42a, über das Drucksteuerungsventil PV und über das Drucksteuerungsventil PV1 in den Arbeitsfluidtank 9 zurück. Jedoch kann die dritte Druckkammer B1 der Druckabbauvorrichtung B, wenn von dem Druckabbaupositions-Grenzschalter SA der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung B erfaßt wird, durch Öffnen des Absperrventils 42b in Vorbereitung auf den nächsten Betriebszustand mit einem Druck beaufschlagt werden, um das Arbeitsfluid, wie durch den Pfeil VII in Fig. 7 gezeigt ist, der dritten Druckkammer B1 zuzuführen. Das Ende des Druckbeaufschlagungs-Betriebszustands kann durch Drucksensoren erfaßt werden, die an die an die Zylinder 21 größeren Durchmessers angeschlossenen Rohre angeschlossen sind, wenn die Drucksensoren den Aufbau eines vorbestimmten Drucks darin erfassen.

Der Druckabbau-Betriebszustand der Druckabbauvorrichtung C wird gestartet, wenn der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung A, wie es von dem Zwischenpositions-Grenz-

19.07.99

schalter SB erfaßt wird, in dem Zylinder 21 größeren Durchmessers die vorbestimmte Zwischenposition erreicht hat. Wenn der Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtung A die vorbestimmte Zwischenposition erreicht hat, sind die dritten Druckkammern A1, B1, C1 der Druckabbauvorrichtungen A, B, C in der gleichen Betriebsphase, wie in der in Fig. 4 gezeigten dritten Betriebsphase. Nachfolgend arbeitet die Vorrichtung in der gleichen Betriebsphase wie in der in Fig. 5 gezeigten vierten Betriebsphase. Zu dieser Zeit kehrt das Arbeitsfluid, das von der dritten Druckkammer B1 der Druckabbauvorrichtung B über das Absperrventil 42b strömt, über das Drucksteuerungsventil PV und über das Drucksteuerungsventil PV1 in den Arbeitsfluidtank 9 zurück. Der Abgabe-Betriebszustand der Druckabbauvorrichtung C wird ausgeführt, wenn das Absperrventil 41c geöffnet und das Arbeitsfluid in dem Arbeitsfluidtank 9 über das Strömungssteuerungsventil FV1 und über das Absperrventil 41c durch die Pumpe 32 der dritten Druckkammer C1 zugeführt wird. Auf diese Weise wird das Gesamtvolumen der dritten Druckkammern A1, B1, C1 in jedem Saug-Betriebszustand auf einem konstanten Niveau erhalten.

Wenn das Flüssigkeitsmaterial X in dem Saug-Betriebszustand durch die Druckabbauvorrichtungen A, B, C angesaugt wird, kehrt das Arbeitsfluid von den dritten Druckkammern A1, B1, C1 über die Absperrventile 42a, 42b, 42c und über die Drucksteuerungsventile PV, PV1 in den Arbeitsfluidtank 9 zurück. Bis die Zwischenpositions-Grenzschalter SB erfassen, wann die Kolben 23 größeren Durchmessers der Druckabbauvorrichtungen A, B, C die Zwischenposition erreicht haben, können die Absperrventile 41b, 41c, 41a jedoch geeignet geöffnet werden, um das zum Ausführen des Abgabe-Betriebszustands zum Zurückströmen in den Arbeitsfluidtank 9 zu den dritten Druckkammern B1, C1, A1 neigende Arbeitsfluid zuzuführen.

Wenn das Flüssigkeitsmaterial X in dem Druckabbau-Betriebszustand durch die Druckabbauvorrichtungen C, A, B drucklos gemacht wird, kehrt das Arbeitsfluid von den dritten Druckkammern

19.07.99

C1, A1, B1 über die Absperrventile 43c, 43a, 43b, über den Begrenzer 44 und über das Drucksteuerungsventil PV1 in den Arbeitsfluidtank 9 zurück. Zu dieser Zeit können die Absperrventile 41a, 41b, 41c geeignet geöffnet werden, um einen Teil des Arbeitsfluids oder das gesamte Arbeitsfluid, das dazu neigt, zum Ausführen des Abgabe-Betriebszustands in den Arbeitsfluidtank 9 zu den dritten Druckkammern B1, C1, A1 zurückzuströmen, zuzuführen. Wenn wenigstens ein Teil des in dem Saug-Betriebszustand oder in dem Druckabbau-Betriebszustand abgegebenen Arbeitsfluids somit für den Abgabe-Betriebszustand verwendet wird, kann die Belastung der Pumpe 32 um dem Betrag des für den Abgabe-Betriebszustand verwendeten Arbeitsfluids vermindert werden.

Die Vorrichtung zur Verarbeitung eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials gemäß der vorliegenden Erfindung und die durch die Vorrichtung ausgeführten Verfahren bieten die folgenden Vorteile:

(1) Die Druckabbaumittel enthalten mehrere einzeln betreibbare Druckabbauvorrichtungen, die jeweils einen Druckverstärker in Form einer Zylinderbaugruppe mit einer Verarbeitungsdruckkammer zur wahlweisen Aufnahme eines unter einem hohen Druck von einem Hochdruckgefäß zugeführten Flüssigkeitsmaterials und eine Arbeitsdruckkammer zur Aufnahme eines Arbeitsfluids aufweisen. Das Druckabbaumittel ist relativ kurz und erfordert zur Installation einen verringerten Raum, wobei der Anordnung der Arbeitsdruckkammern und der einzelnen Volumina der Arbeitsdruckkammern und der Drücke darin während des Betriebs ein hoher Grad an Freiheit oder Flexibilität verliehen wird. Somit können die für die Druckabbauvorrichtungen in den Saug-, Druckabbau- und Abgabe-Betriebszuständen zum Ansaugen, Drucklosmachen und Abgeben des Flüssigkeitsmaterials erforderlichen Zeitdauern in Abhängigkeit von der Art des Flüssigkeitsmaterials in der Weise eingestellt werden, daß die Vorrichtung sehr flexibel arbeiten kann.

19.07.99

(2) Da das Arbeitsfluid für den Betrieb der Druckabbauvorrichtungen in dem Abgabe-Betriebszustand direkt zwischen den Arbeitsdruckkammern strömt, kann das von den Druckabbau-Vorrichtungen in dem Saug- oder Druckabbau-Betriebszustand abgegebene Arbeitsfluid effektiv für den Abgabe-Betriebszustand verwendet werden. Im Ergebnis kann die Energie des Arbeitsfluids effektiv verwendet und eingespart werden.

(3) Um die Arbeitsdruckkammern mit einem Gegendruck zu beaufschlagen, der im wesentlichen den von der Hochdruckkammer zugeführten hohen Druck des Flüssigkeitsmaterials kompensiert, werden die Rohre und die verschiedenen Ventile, da außerdem vor dem Saug-Betriebszustand ein Druckbeaufschlagungs-Betriebszustand bewirkt wird, nicht mit einem übermäßigen Druckstoß beaufschlagt, wobei somit die Haltbarkeit dieser Bauteile hoch bleibt.

19.07.99

695 09 477.7-08

F 20 001 EP/DE

Kagome Kabushiki Kaisha

19.07.1999

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verarbeiten eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials (X) bzw. eines Flüssigkeitsmaterials (X) unter hohem Druck, mit:
einem Hochdruckgefäß (1);

Druckbeaufschlagungsmitteln (2) zur Zufuhr eines Flüssigkeitsmaterials (X) zu dem Hochdruckgefäß, so daß das Hochdruckgefäß das Flüssigkeitsmaterial unter einem darin herrschenden hohen Druck verarbeiten kann;

Druckabbaumitteln (10) zur Aufnahme und zum Drucklosmachen des unter einem hohen Druck von dem Hochdruckgefäß zugeführten, verarbeiteten Flüssigkeitsmaterials,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die Vorrichtung ferner ein Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) zur Steuerung der Druckabbaumittel (10) aufweist;

daß die Druckabbaumittel eine Anzahl von Zylindervorrichtungen (A, B, C) aufweisen, welche jeweilige Paare von untereinander verbundenen Kolben (23, 24) aufweisen, welche in den Zylindervorrichtungen jeweilige Verarbeitungsdruckkammern (A2, B2, C2) zur wahlweisen Aufnahme des Flüssigkeitsmaterials (X) aus dem Hochdruckgefäß (1), und jeweilige Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) zur wahlweisen Aufnahme eines Arbeitsfluids aus dem Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) definieren;

daß das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) Mittel zum Zum-Kommunizieren-Bringen einer der Arbeitsdruckkammern mit wenigstens einer anderen der Arbeitsdruckkammern zum Leiten des Arbeitsfluids zwischen diesen Kammern zum Bewirken, daß die Zylindervorrichtungen sukzessive

1947.99

das Flüssigkeitsmaterial in jeweiligen Saug-, Druckabbau- und Abgabe-Betriebszuständen anziehen bzw. ansaugen drucklos machen und abgeben;

daß das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) Mittel zur Zufuhr des Arbeitsfluids, welches von der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche in wenigstens dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu dem Arbeitsdruckzylinder einer weiteren der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, aufweist; und

daß das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) Mittel zur Zufuhr des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer anderen der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche in dem Druckabbau-Betriebszustand arbeitet, zusammen mit dem Arbeitsfluid, welches aus der Arbeitsdruckkammer der einen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer der anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher jede der Zylindervorrichtungen (A, B, C) einen Zylinder (22) kleineren Durchmessers, und einen Zylinder (21) größeren Durchmessers, welcher benachbart zu dem Zylinder kleineren Durchmessers vorgesehen ist, aufweist, wobei die Kolben (23, 24) verschiebbar in dem Zylinder kleineren Durchmessers und dem Zylinder größeren Durchmessers eingebracht sind, wobei der Kolben (24), welcher eine der Verarbeitungsdruckkammern (A2, B2, C2) definiert, einen kleineren Durchmesser aufweist als der Kolben (23), welcher eine der Arbeitsdruckkammern (A1, B1, C1) definiert.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei welcher das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) Mittel zum Durchleiten des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, ausgegeben wird, durch ein Drucksteuerungsventil (PV) zum Drucklosmachen des Arbeitsfluids, und dann zur Zufuhr des drucklosen Arbeitsfluids zu der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer anderen der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet, aufweist.
4. Vorrichtung nach irgendeinem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) Mittel zur Zufuhr des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer anderen der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, zur Beaufschlagung des Kolbens (24), welcher die Verarbeitungsdruckkammer (A2, B2, C2) der anderen der Zylindervorrichtungen (A, B, C) definiert, mit einem Rückdruck, aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei welcher das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) Mittel zum Regeln bzw. Regulieren des Rückdrucks aufweist, so daß der Druck des Flüssigkeitsmaterials (X) im wesentlichen kompensiert wird, wenn die Flüssigkeit von dem Hochdruckgefäß (1) in dem Saug-Betriebszustand durch die andere der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, abgezogen wird.

1947.99

6. Vorrichtung nach irgendeinem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) aufweist:

einen Arbeitsfluidtank (9), der das Arbeitsfluid enthält;

eine Pumpe (30, 31) zur Zufuhr des Arbeitsfluids von dem Arbeitsfluid-tank wahlweise zu den Arbeitsdruckkammern (A1, B1, C1) der Zylindervorrichtungen (A, B, C); und

Mittel zur Zufuhr des Arbeitsfluids von dem Arbeitsfluidtank (9) zu der Arbeitsdruckkammer einer der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Druckabbaumittel (10) erste, zweite und dritte Zylindervorrichtungen (A, B, C) aufweisen, und das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) aufweist:

eine erste Rohrleitung zum Drucklosmachen des Arbeitsfluids und seiner Zufuhr von der Arbeitsdruckkammer der ersten Zylindervorrichtung, welche in dem Ansaug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer der zweiten Zylindervorrichtung, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet;

eine zweite Rohrleitung zum Druckabbau in dem Arbeitsfluid und seiner Zufuhr von der Arbeitsdruckkammer der dritten Zylindervorrichtung, welche in dem Druckabbau-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer der zweiten Zylindervorrichtung, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet; und

eine dritte Rohrleitung zur Zufuhr des Arbeitsfluids von der Arbeitsdruckkammer der ersten Zylindervorrichtung, welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer der zweiten Zylindervorrichtung, welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher das Arbeitsfluidsteuerungssystem (7) Mittel zur Zufuhr des Arbeitsfluids zu der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, und zur Unter-Druck-Setzung des zugeführten Arbeitsfluids zur Beaufschlagung des Kolbens (24), welcher die Verarbeitungsdruckkammer (A2, B2, C2) der einen der Zylindervorrichtungen definiert, mit einem Rückdruck, aufweist.

9. Verfahren zur Verarbeitung eines Hochdruck-Flüssigkeitsmaterials (X) bzw. eines Flüssigkeitsmaterials (X) unter hohem Druck, mit folgenden Schritten:
 Zufuhr eines Flüssigkeitsmaterials (X) zu einem Hochdruckgefäß von Druckbeaufschlagungsmitteln (2);
 Verarbeitung des Flüssigkeitsmaterials (X) unter einem hohen Druck in dem Hochdruckgefäß;
 anschließend Drucklosmachen des Flüssigkeitsmaterials mittels Druckabbaumitteln (10);
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß die Druckabbaumittel eine Anzahl von Zylindervorrichtungen (A, B, C) aufweisen, welche jeweilige Paare von miteinander verbundenen Kolben (23, 24) aufweisen, welche in den Zylindervorrichtungen jeweilige Verarbeitungsdruckkammern (A2, B2, C2) zur wahlweisen Aufnahme des Flüssigkeitsmaterials von dem Hochdruckgefäß, und jeweilige Arbeitsdruckkammern (A1, B1, C1) zur wahlweisen Aufnahme eines Arbeitsfluids definieren; und
 daß das Verfahren ferner die folgenden Schritte aufweist:
 Zum-Kommunizieren-Bringen einer der Arbeitsdruckkammern mit wenigstens einer anderen der Arbeitsdruckkammern zum Leiten des Arbeitsfluids zwischen diesen Kammern zum Bewirken, daß die Zylindervorrichtungen sukzessive

19-07-94

in jeweiligen Saug-, Druckabbau- und Abgabe-Betriebszuständen Flüssigkeitsmaterial ansaugen bzw. anziehen, drucklos machen und abgeben;

Zufuhr des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer einer der Zylindervorrichtungen, welche in wenigstens dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer einer anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet; und Zufuhr des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer einer anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Druckabbau-Betriebszustand arbeitet, zusammen mit dem Arbeitsfluid, welches aus der Arbeitsdruckkammer der einen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer der anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei welchem jede der Zylindervorrichtungen (A, B, C) einen Zylinder (22) kleineren Durchmessers, und einen Zylinder (21) größeren Durchmessers, welcher benachbart zu dem Zylinder kleineren Durchmessers vorgesehen ist, aufweist, wobei die Kolben (23, 24) verschiebbar in dem Zylinder kleineren Durchmessers und in dem Zylinder größeren Durchmessers angeordnet sind, wobei der Kolben (23), welcher eine der Verarbeitungsdruckkammern (A2, B2, C2) definiert, einen kleineren Durchmesser aufweist als der Kolben (24), welcher eine der Arbeitsdruckkammern (A1, B1, C1) definiert.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, welches ferner den folgenden Verfahrensschritt aufweist:
Leiten des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) der einen der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet,

19-07-99

durch ein Drucksteuerungsventil (PV) zum Drucklosmachen des Arbeitsfluids, und dann Zufuhr des drucklos gemachten Arbeitsfluids zu der Arbeitsdruckkammer der anderen der Zylindervorrichtungen, welche in dem Abgabe-Betriebszustand arbeitet.

12. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 9 bis 11, welches ferner den folgenden Schritt umfaßt:

Zufuhr des Arbeitsfluids, welches aus der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche in dem Saug-Betriebszustand arbeitet, zu der Arbeitsdruckkammer einer anderen der Zylindervorrichtungen, welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, zur Beaufschlagung des Kolbens (24), welcher die Verarbeitungsdruckkammer (A2, B2, C2) der anderen der Zylindervorrichtungen definiert.

13. Verfahren nach Anspruch 12, welches ferner den folgenden Schritt aufweist:

Regeln bzw. Regulieren des Rückdrucks, so daß der Druck des Flüssigkeitsmaterials (X) im wesentlichen kompensiert wird, wenn das Flüssigkeitsmaterial aus dem Hochdruckgefäß (1) in dem Saug-Betriebszustand durch die andere der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, abgezogen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 9, welches ferner den folgenden Schritt umfaßt:

Versorgung und Unter-Druck-Setzung der Arbeitsdruckkammer (A1, B1, C1) einer der Zylindervorrichtungen (A, B, C), welche den Abgabe-Betriebszustand abgeschlossen hat, mit bzw. mittels dem Arbeitsfluid von einer gewidmeten Pumpe (30, 31) zur Beaufschlagung des Kolbens (24), welcher die Verarbeitungsdruckkammer (A2, B2, C2)

19-07-99

der einen der Zylindervorrichtungen definiert, mit einem Gegendruck.

03.08.99

2/7

FIG. 2

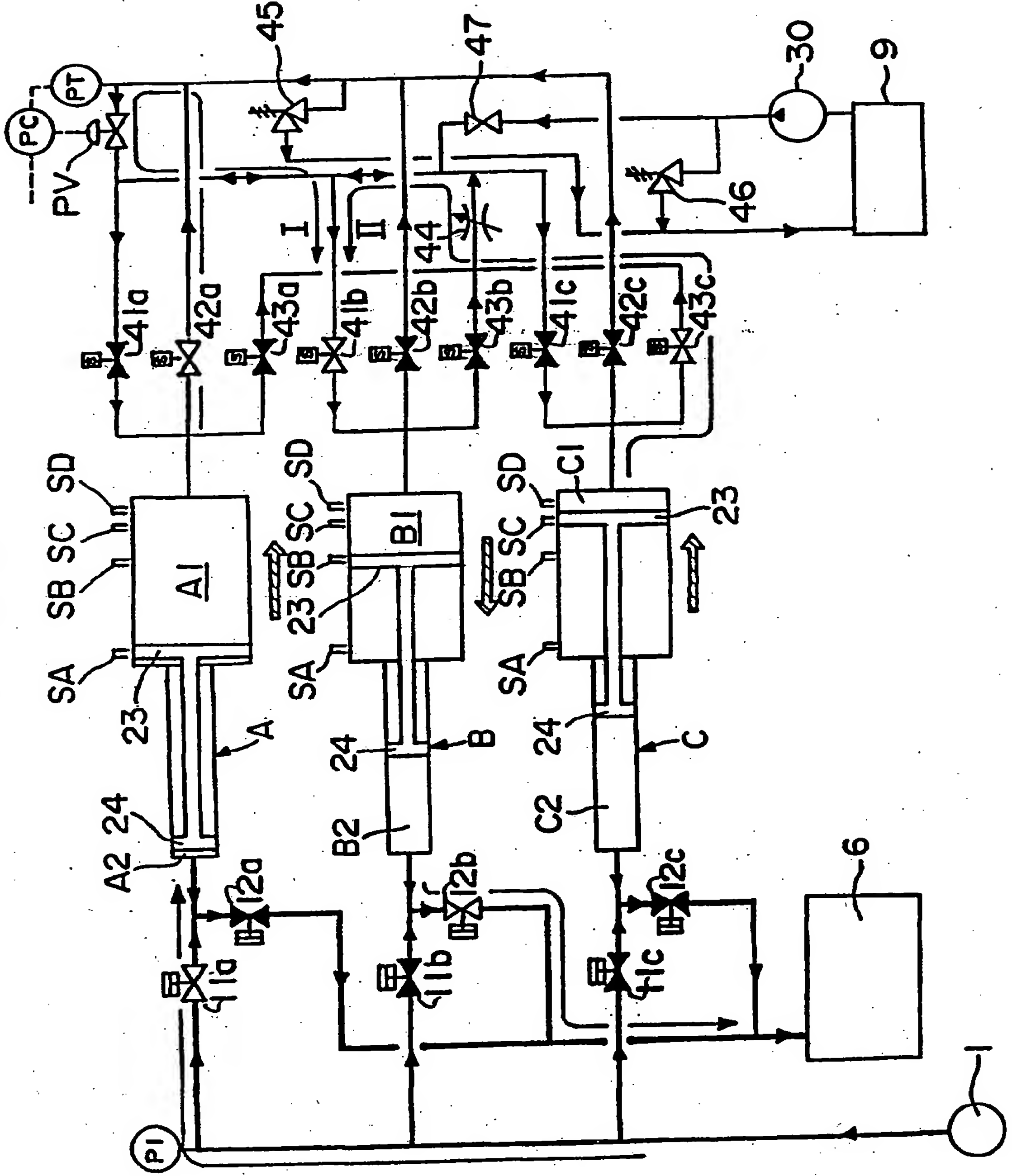
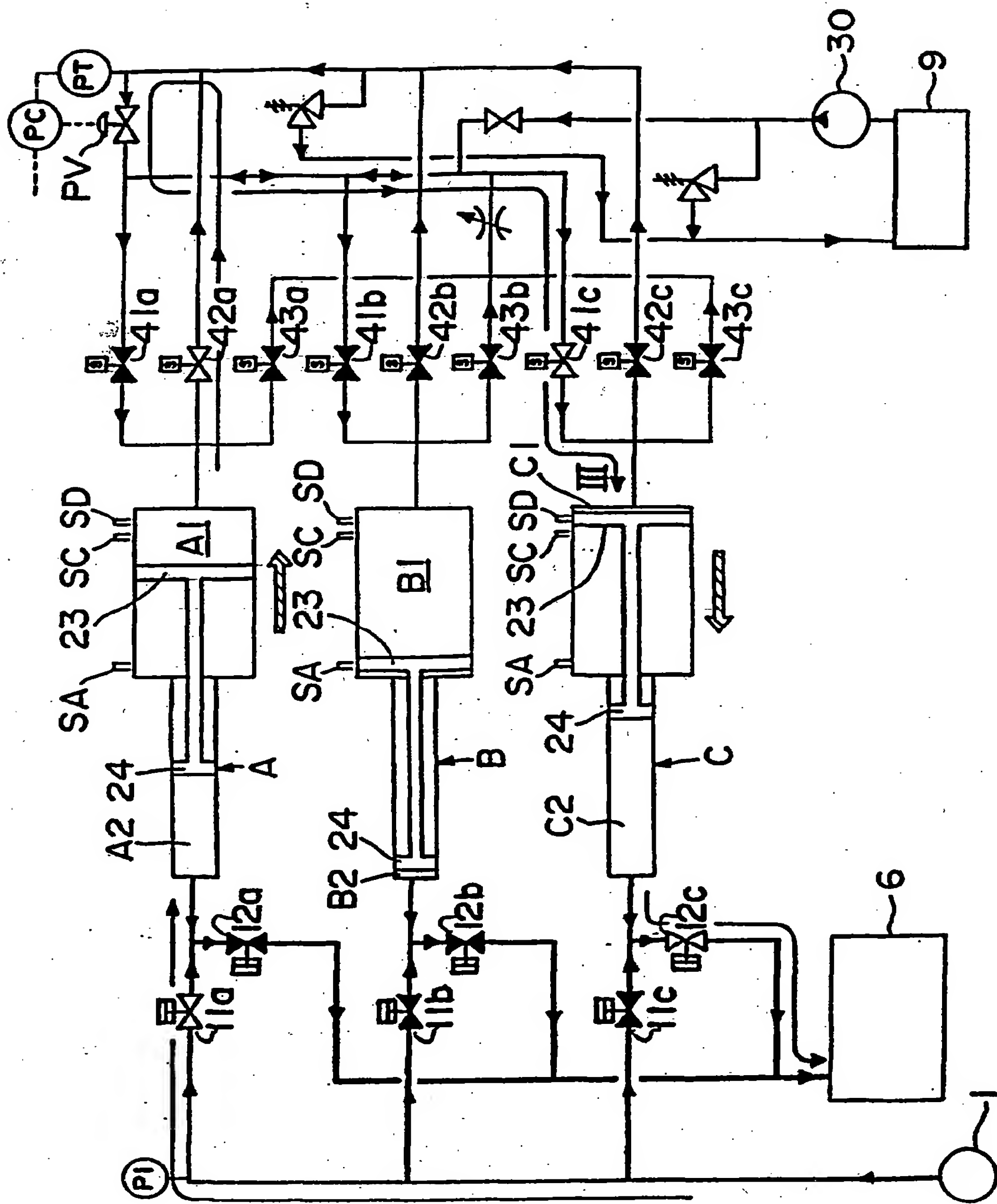


FIG. 3



03.08.99

4 / 7

FIG. 4

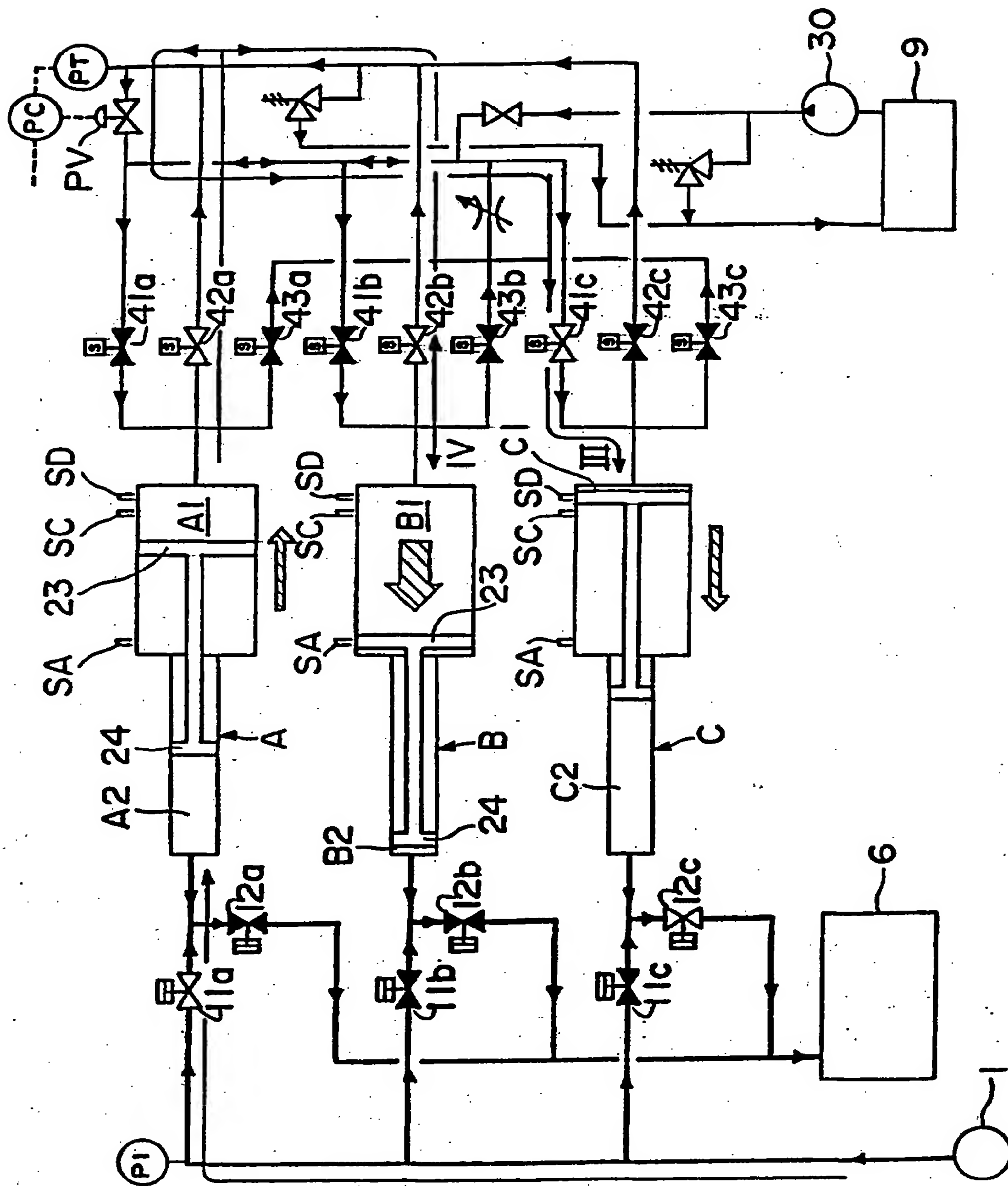


FIG. 5

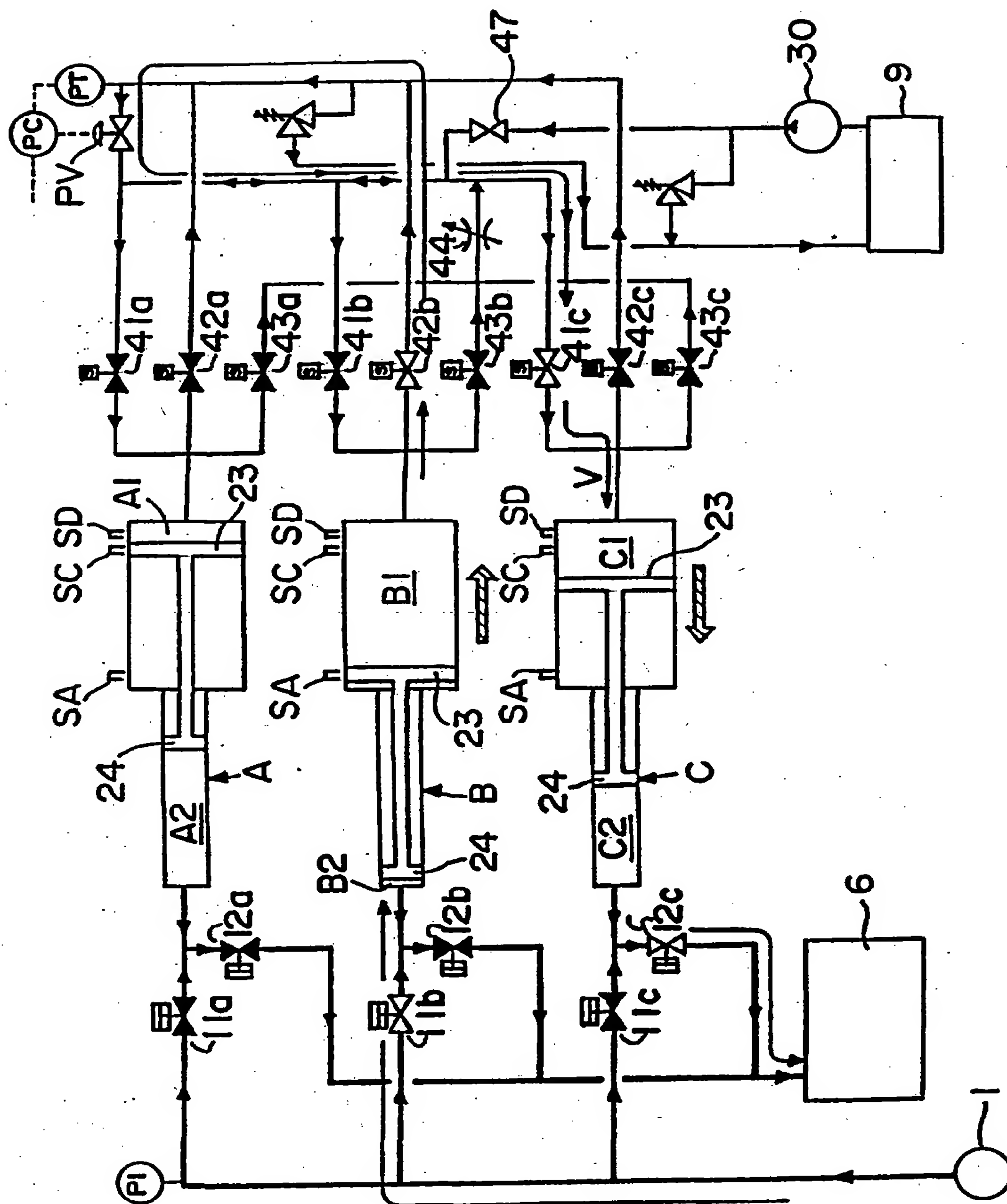


FIG. 6

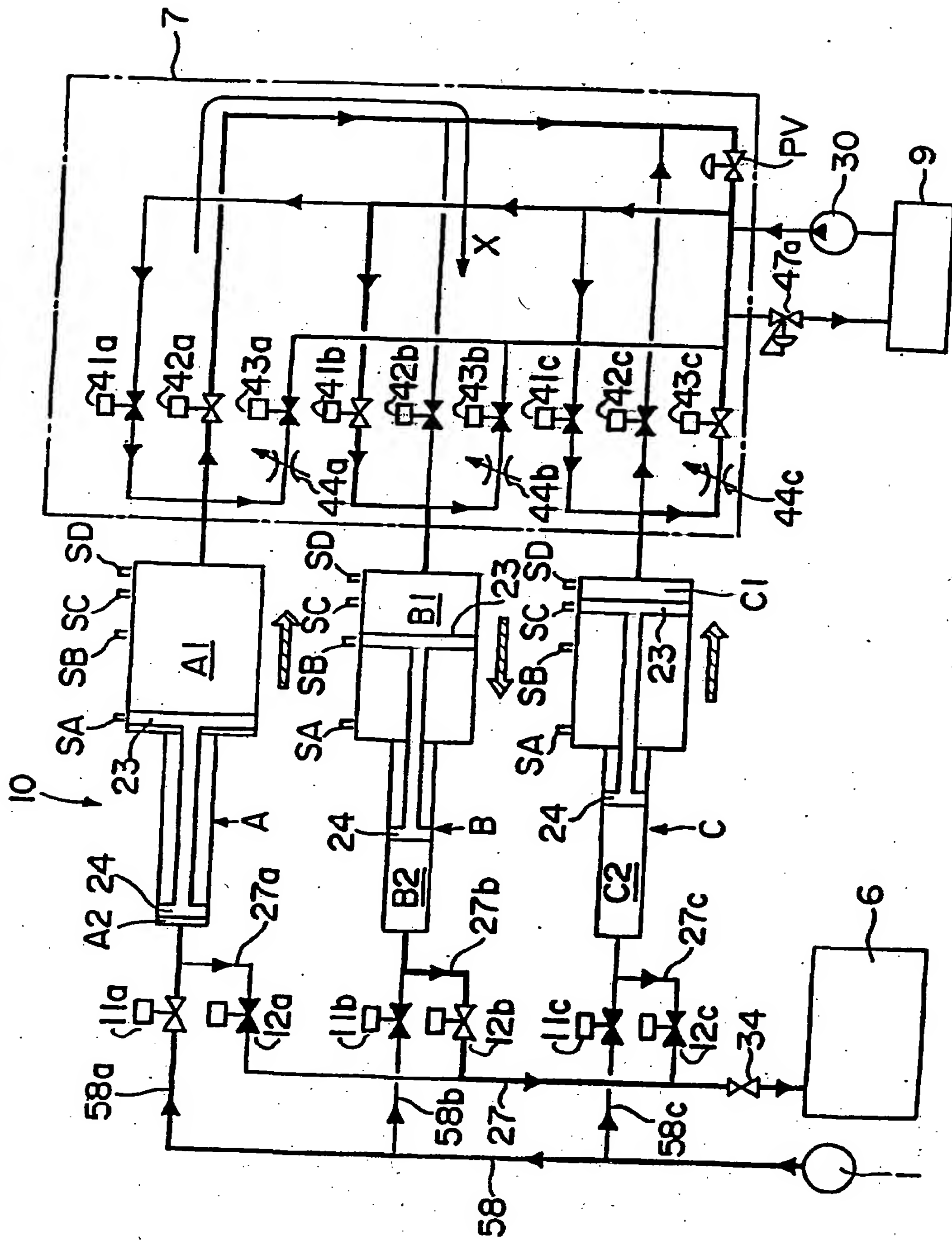


FIG. 7

